

NEUROPHYSIOLOGIE. — *Etude morphologique et topographique des sensilla cœloconica et des sensilla ampullacea de l'antenne de l'ouvrière de Camponotus vagus Scop. (Hym. Formicidae). Note (*) de M^{me} Claudine Masson et M. Alain Friggi, présentée par M. Pierre-Paul Grassé.*

Ce travail met en évidence l'important développement des *sensilla cœloconica* et des *sensilla ampullacea* au niveau de l'article terminal du funicule de l'antenne chez l'ouvrière moyenne de *Camponotus vagus*. Le 3^e article a aussi un rôle sensoriel important ; il possède plus de *s. ampullacea* que les autres articles. Par contre, la répartition des *s. cœloconica* est à peu près constante. Les terminaisons externes de ces sensilles, surtout pour les *s. ampullacea*, sont situées près de l'articulation distale des articles III à XI.

Une partie des recherches de l'un d'entre nous [Masson [(¹), (²), (³)]] est consacrée à l'étude de l'activité électrique du cerveau des Fourmis (notamment au niveau du deutocérébron) pour des stimulations antennaires de divers ordres. On connaît le rôle important joué par les antennes dans les relations inter-individuelles chez les Fourmis.

Avant d'interpréter les résultats physiologiques, il est nécessaire de posséder des données aussi précises que possible sur la stimulation, au niveau même de sa réception. Préalablement à cette étude électrophysiologique au niveau des récepteurs antennaires, une étude morphologique de ceux-ci et de leur répartition est nécessaire, particulièrement en ce qui concerne les sensilles intervenant dans l'olfaction.

Les récepteurs antennaires ont été bien étudiés chez certains Insectes ; nombre de travaux sont d'ailleurs déjà anciens : Braxton-Hicks (⁴), Lübbock (⁵), Forel (⁶), Schenck (⁷), Wheeler (⁸), Von Frisch [(⁹), (¹⁰)] Snodgrass [(¹¹), (¹²)], Slifer (¹³), pour ne citer que les plus importants.

Depuis une dizaine d'années, les données morphologiques obtenues grâce à des moyens techniques perfectionnés (microscopie électronique, électrophysiologie) ont conduit à une description plus précise du rôle et du fonctionnement des récepteurs sensoriels, en particulier de l'olfaction [cf. Schneider (¹⁴), Kaissling et Renner (¹⁵)].

Toutefois, les récepteurs antennaires des Fourmis n'ont jusqu'ici fait l'objet que d'un petit nombre d'études détaillées. Jaisson a entrepris récemment une étude morphologique, en rapport avec le comportement, chez *Myrmica laevinodis* et *Aphaenogaster gibbosa* (¹⁶) et chez *Atta laevigata* (¹⁷) ; Kurschner (¹⁸) a décrit les différents récepteurs antennaires de *Formica pratensis*.

L'étude descriptive présentée ici sert de base à une investigation électrophysiologique actuellement en cours, au niveau des organes récepteurs de l'antenne de *Camponotus vagus*. Ces données morphologiques seront complétées par une description de ces mêmes récepteurs en microscopie électronique (¹⁹).

MATÉRIEL ET TECHNIQUES. — Les observations sont faites sur des ouvrières « *media* » de *Camponotus vagus* récoltées dans la région d'Antibes ; la société complète est maintenue en élevage au laboratoire. Les expériences d'électrophysiologie sont faites également sur des ouvrières *media*.

Les antennes sont éclaircies pendant 8 à 10 jours dans une solution de KOH à 30 % dans une étuve à 57°, et ensuite colorée au carmin boracique pendant 24 h, avant d'être montées pour l'observation.

RÉPARTITION DES SENSILLES. — Une étude statistique a permis de constater que, quel que soit l'article considéré, la répartition moyenne des deux types de récepteurs étudiés (*S. cœloconica* et *s. ampullacea*) ne montre pas de différence notable entre l'antenne droite et l'antenne gauche. Certes, d'une antenne à l'autre apparaissent de très légères différences entre les nombres des sensilles des deux types (tableau) ; nous pensons, pour le moment, que cette « latéralisation » doit être considérée comme

TABLEAU

Articles	I	II	III	IV	V	VI	VII
Nombre moyen de <i>s. cael.</i> sur les 2 antennes groupées....	0	0	1,08	1	1	1,54	2
Nombre moyen de <i>s. ampul.</i> sur les 2 antennes groupées....	0	0	3,6	0,50	0,50	0,50	0,79
Ecart moyen entre les <i>s. cael.</i> et <i>s. ampul.</i> sur les 2 antennes groupées.....	0 %	0 %	— 107 % *	60 %	87 %	90 %	87 %
Nombre moyen { ant. D.	0	0	3,5	0,58	0,67	0,67	0,75
de <i>s. ampul.</i> { ant. G.	0	0	3,66	0,5	0,42	0,5	0,83
Nombre moyen { ant. D.	0	0	1,08	1	1	1,42	1,92
de <i>s. cael.</i> { ant. G.	0	0	1,08	1	1	1,67	2,08
Ecart moyen entre les <i>s. cael.</i> des antennes D. et G.	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	— 16 % ▲	— 8,3 % ▲
Ecart moyen entre les <i>s. ampul.</i> des antennes D. et G.	0 %	0 %	— 4,3 % ▲	15,5 %	23 %	14 %	— 1,05 % ▲
Articles	VIII	IX	X	XI	XII		
Nombre moyen de <i>s. cael.</i> sur les 2 antennes groupées.....	1,93	2,16	2,46	2,88	7,85		
Nombre moyen de <i>s. ampul.</i> sur les 2 antennes groupées.....	1,12	1,71	2	1,87	9,87		
Ecart moyen entre les <i>s. cael.</i> et <i>s. ampul.</i> sur les 2 antennes groupées.....	52 %	24 %	20 %	43 %	— 23 % *		
Nombre moyen { ant. D.	1,25	1,75	2	1,75	10,01		
de <i>s. ampul.</i> { ant. G.	1	1,67	2	2	9,70		
Nombre moyen { ant. D.	2,08	2,08	2,34	2,84	7,4		
de <i>s. cael.</i> { ant. G.	1,75	2,25	2,58	2,92	8,25		
Ecart moyen entre les <i>s. cael.</i> des antennes D. et G.	14,5 %	— 13 % ▲	— 1,03 % ▲	— 2,9 % ▲	— 10,6 % ▲		
Ecart moyen entre les <i>s. ampul.</i> des antennes D. et G.	22 %	4,9 %	0 %	— 11 % ▲	4,2 %		

Le signe * signifie que le nombre de *s. ampullacea* est supérieur à celui de *s. caeloconica*.

Le signe ▲ signifie que le nombre de sensilles considérées est plus important sur l'antenne gauche.

ayant une valeur uniquement morphologique; aucune donnée expérimentale ne nous permet de lui donner une signification fonctionnelle.

Quant à la répartition des sensilles d'article en article, cinq points importants apparaissent (cf. tableau, indiquant le nombre moyen de chaque type de sensilles par article; *pl.*).

1. Le nombre des récepteurs sensoriels étudiés, présents sur le 12^e article, est sensiblement égal au nombre total de ces organes situés sur l'ensemble des autres

EXPLICATION DES PLANCHES

F. I, face interne de l'article; F. E, face externe de l'article; a. t, ampoule terminale du *sensilla ampullacea*; c. i, canal intermédiaire du *sensilla ampullacea*; p. b, partie basale du *sensilla ampullacea*; s. a, *sensilla ampullacea*; s. c, *sensilla caeloconica*; s. i, sensille de type intermédiaire; s. b, *sensilla basiconica*; c. s, « cil sensoriel »; Fun, funicule; Ped, pédicelle (1^{er} article funiculaire); Sc, scape.

Planche I

- Article terminal (XII) du funicule et répartition des sensilles ampulliformes et caeloconiques, par rapport aux faces externe et interne de l'article.
- Distribution des 2 types de sensilles sur les articles antennaires VI à XI.
- Distribution des 2 types de sensilles sur les articles antennaires de I (scape) à V.
- Schéma groupant les 2 types de sensilles étudiés au niveau du 12^e article antennaire.

Planche II

- A. Vue d'ensemble d'une antenne gauche de *Camponotus vagus*.
 B. Vue d'ensemble, au microscope optique, du 12^e article antennaire, montrant la disposition des sensilles céloconiques et ampulliformes (Remarquer que ceux-ci sont orientés vers la face externe).
 C. et D. Photographie au microscope à fort grossissement, montrant la disposition des sensilles étudiés (sur les 2, les cils sont bien visibles).

articles de l'antenne. Le dernier article antennaire de *Camponotus vagus* est donc particulièrement bien équipé en éléments sensoriels. Ces résultats confirment ceux des auteurs [Forel (⁶), Jaisson (¹⁶)]. Et la richesse en organes sensoriels du 12^e article antennaire paraît un fait général pour les Fourmis des lignées qui ont été étudiées à cet égard (*Myrmicinae*, *Formicinae*).

2. Toujours sur le 12^e article, le nombre des *s. ampullacea* (9,87 en moyenne) est supérieur à celui des *s. céloconica* (7,85 en moyenne). L'écart moyen entre les deux types atteint 23 %, avec un maximum de 40 %. Notons à ce propos que chez des *Myrmicinae* cet écart ne dépasse pas 5 % [Jaisson (¹⁶)].

3. Aussi bien sur le scape (1^{er} article) que sur le premier article du funicule (pédicelle), on ne rencontre ni *s. céloconica*, ni *s. ampullacea*.

4. Les articles III à XI portent un nombre de *sensilla céloconica* qui est à peu près constant d'individu à individu et varie faiblement d'un article à l'autre (tableau).

5. Sur le 3^e article antennaire il y a toujours un nombre plus important de *sensilla ampullacea* que sur les articles IV à XI ; rien de tel chez *Myrmica* et *Aphaenogaster*. Nous ne pouvons pas encore donner une explication fonctionnelle de cette richesse particulière du 3^e article en éléments sensoriels, mais l'étude électrophysiologique que nous faisons devrait nous permettre d'aller plus loin.

MORPHOLOGIE ET DISPOSITION. — 1. *Le 12^e article.* — L'article terminal, nous l'avons indiqué déjà, est particulièrement bien équipé en éléments sensoriels des types étudiés. Il faut souligner que la cuticule présente une moindre sclérisation dans la région distale de l'article et que la partie apicale de la plupart des sensilles étudiés se trouve précisément dans cette région (*pl.*, A).

a. Les *sensilla céloconica* (20 μ de long, 6 à 7 μ de large) sont tous orientés vers la surface cuticulaire et leur ampoule terminale est en contact avec l'extérieur — fait déjà bien observé sur des organes de ce type chez d'autres Insectes [Snodgrass (¹¹), Schneider (¹⁴) par exemple] et chez d'autres espèces de Fourmis : Jaisson (¹⁶), Kurschner (¹⁸). L'ouverture de l'organe est toujours orientée vers l'extrémité distale de l'article, et la base du récepteur tournée vers l'intérieur (*pl.*, A, D).

b. Les *sensilla ampullacea* ont une longueur totale variable avec une partie basale longue de 20 à 30 μ . Un canal intermédiaire, de longueur variable, relie la partie basale à l'ampoule terminale ; celle-ci affleure à la surface de l'article, le reste du récepteur s'enfonçant à l'intérieur (*pl.*, D).

Quant à la terminaison cuticulaire de cet organe, il semble qu'elle se présente sous la forme d'une « ampoule terminale » plutôt que sous celle d'un disque. Nos observations confirment que la représentation de Snodgrass (¹²) (ampoule terminale

s'ouvrant à l'extérieur) est valable et doit être conservée. Les observations de Kurschner⁽¹⁸⁾ sur *Formica* vont dans le même sens. Pour Jaisson⁽¹⁷⁾, le « disque terminal » ne semble pas s'ouvrir à l'extérieur. L'étude en cours au microscope électronique [Masson et coll. (19)] doit permettre de préciser la nature du contact de ce récepteur avec le milieu externe.

2. *Les autres articles antennaires (I à XI) (pl., B, C).* — Aussi bien pour les sensilles céloconiques que pour les sensilles ampulliformes, le contact avec le milieu externe se fait pour chaque article au voisinage de l'articulation distale. La position des récepteurs dans cette zone doit être en rapport avec la moindre sclérisation au voisinage de l'articulation (sans qu'il s'agisse là, sans doute, d'une perception proprioceptive).

Sur le 2^e article, nous n'avons rencontré aucune structure caractéristique de l'une ou l'autre catégorie étudiée ici, mais seulement des formations qui semblent proches des « lunules » de Janet⁽²⁰⁾ : nous n'avons pu encore en déterminer la nature exacte.

Au niveau de certains articles, notamment IX et X, nous avons trouvé des types morphologiques intermédiaires entre les *s. céloconica* et les *s. ampullacea*, fait que Jaisson⁽¹⁷⁾ signale chez *Atta laevigata* et que Snodgrass⁽¹²⁾ avait discuté dès 1935.

Le nombre des *s. ampullacea*, relativement important (au minimum 3) sur le 3^e article, est nul sur le 2^e ; il est très faible, voire nul, sur les articles IV et V.

Nous avons vérifié que cette description établie pour *Camponotus vagus* est valable également pour *Lasius niger*. Sur *Myrmica laevinodis* et *Aphaenogaster gibbosa*, Jaisson ne trouve ni *s. ampullacea* ni *s. céloconica* sur les articles I à VIII.

Le problème de la signification fonctionnelle de ces organes, en particulier au niveau du 12^e et du 3^e article reste posé ; nous essaierons de le résoudre par l'électrophysiologie.

(*) Séance du 4 janvier 1971.

(1) C. MASSON, G. CORBIÈRE et F. CLARAC, *C. R. Soc. Biol.*, 163, n° 2, 1969, p. 455.

(2) C. MASSON, *Proc. VI^e Congr. IUSSI*, Berne, 1969, p. 171-181.

(3) C. MASSON, G. CORBIÈRE et F. CLARAC, *XI^e Conf. Intern. Ethol.*, Rennes, 1969.

(4) J. BRAXTON-HICKS, *Trans. Linn. Soc.*, 22, 1859, p. 383-399.

(5) Sir J. LÜBBOCK, *Month. Micr. Journ.*, 1, 1883, p. 121-142.

(6) A. FOREL, *Bull. Soc. Vaud.*, 20, 1885, p. 316-380.

(7) O. SCHENCK, *Zool. Jahrb. Anat. Ontog. Tiere*, 17, 1903, p. 573-616.

(8) W. M. WHEELER, *Ants, their structure, development and behaviour*, Colum. Biol., 9^e série, 1910.

(9) K. VON FRISCH, *Verh. Zool. bot. Ges.*, Wien, 68, 1918, p. 129.

(10) K. VON FRISCH, *Zool. Jahrb. Abt. Zool. Physiol. Tiere*, 38, 1931, p. 449-516.

(11) R. E. SNODGRASS, *Smith. misc. Coll.*, 77, 1926, p. 1-80.

(12) R. E. SNODGRASS, *Principles of Insect Morphology*, New York, 1935, p. 1-667.

(13) E. H. SLIFER, *Intern. Rev. Cytol.*, 11, 1961, p. 123-159.

(14) D. SCHNEIDER, *Science*, 163, 1969, p. 1031-1037.

(15) K. E. KAISLING et M. RENNER, *Zeit. Vergl. Physiol.*, 59, 1968, p. 367-381.

(16) P. JAISSON, *Ins. Soc.*, 16, 1969, p. 279-312.

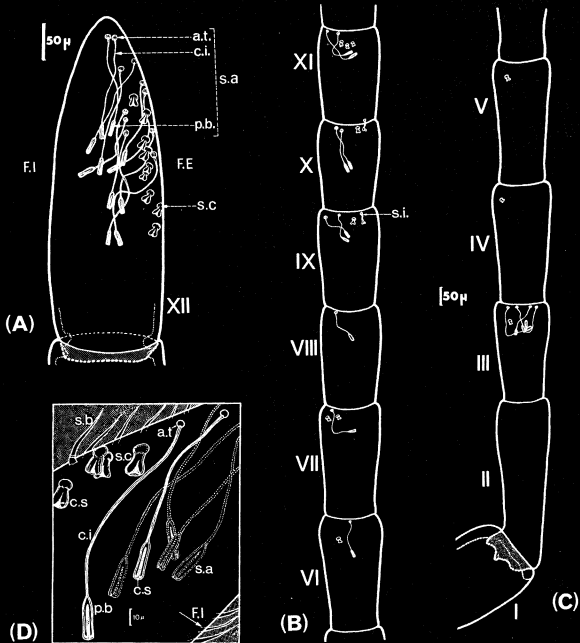
(17) P. JAISSON, *Comptes rendus*, 271, Série D, 1970, p. 1192-1194.

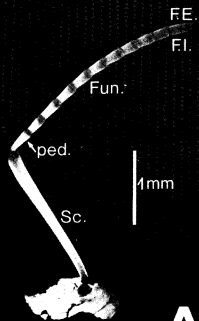
(18) I. KURSCHNER, *Beitr. Ent.*, 19, 1969, p. 273-280.

(19) C. MASSON, D. GABOURIAUT et A. FRIGGI, *Ultrastructure des sensilla céloconica et des s. ampullacea de l'antenne de Camponotus vagus (à paraître)*.

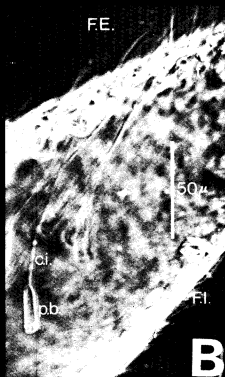
(20) C. JANET, *Observations sur les Fourmis*, Limoges, 1904, 68 pages.

(Institut de Neurophysiologie et Psychophysiologie,
Département de Psychophysiologie Comparée, C. N. R. S.,
31, chemin Joseph-Aiguier, 13-Marseille, 9^e, Bouches-du-Rhône.)





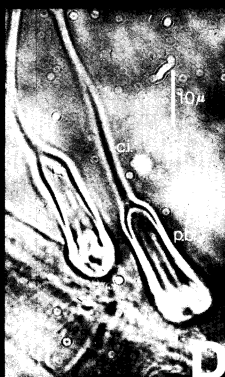
A



B



C



D